Evaluación de la rastra en época seca y del glifosato para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) en sistemas de producción hortícola[1]

Jorge Eslaquit[2], Marco Portillo[2], Abelino Pitty[3], Roni Muñoz[3], Luis Cañas[4] y Rogelio Trabanino[3]

Resumen. El coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) es la peor maleza en el mundo y para su manejo se tienen que usar varias técnicas. El glifosato puede controlarla, pero no es selectivo a ningún cultivo. El uso constante del arado en época seca también puede reducir sus poblaciones. El objetivo del estudio fue evaluar la aplicación de glifosato antes de transplantar la lechuga y el uso de la rastra en época seca para el control del coyolillo. En un estudio se aplicó glifosato (2.88 kg ia/ha) después de preparar las camas a 1, 4 ó 7 días antes del transplante de la lechuga; se evaluó el control de malezas y la fitotoxicidad a la lechuga. En otro estudio se evaluó el uso de la rastra cuatro veces en intervalo de dos o tres semanas para el control del coyolillo. Ambos estudios se hicieron en El Zamorano, Honduras, en 1999. No hubo diferencia estadística en el control con ninguna de las aplicaciones. La fitotoxicidad aumentó cuando los días entre el transplante y la aplicación del glifosato se redujeron. Cuando la lechuga se transplantó 1, 4 ó 7 días después de la aplicación del glifosato, hubo 17, 12 y 10% de fitotoxidad, respectivamente. El rendimiento fue estadísticamente diferente, obtuvimos 2,421, 8,350 y 12, 275 kg/ha con las aplicaciones de 1, 4 ó 7 días antes del transplante, respectivamente. Estas diferencias son atribuidas a la fitotoxicidad. El uso de la rastra cada dos semanas redujo 72% la población del coyolillo y el uso cada tres semanas la redujo 58%. En el testigo donde no se usó rastra la población disminuyó 14%, indicación que la sequía y las altas temperatura durante el verano matan los tubérculos del coyolillo.

Palabras claves: Herbicida, lechuga, maleza, rastra, tubérculos.

Abstract. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) is the worst weed in the world and for its control several tactics must be used. Glyphosate can control it, but is not selective to any crop. Continuous disking in dry periods can also reduce its population. The objective of the study was to evaluate glyphosate, and disking in the dry season for purple nutsedge control. In one study glyphosate was applied (2.88 kg ia/ha) in seedbeds at 1, 4 or 7 days before lettuce was transplanted. Weed control and lettuce phytotoxicity were evaluated. In another study we evaluated the effect of four diskings at intervals of two or three weeks on purple nutsedge control. Both studies were carried out in El Zamorano, Honduras, in 1999. There was no statistical difference between glyphosate applications. Phytotoxicity increased when the days between transplant and glyphosate application were reduced. When lettuce was planted 1, 4 or 7 days after glyphosate was applied, 17, 12 and 10% phytotoxicity respectively occurred. Yields were statistically different; we obtained 2,421, 8,350 and 12, 275 kg/ha with applications 1, 4 or 7 days before transplanting. These differences are attributed to phytotoxicity. Disking every two weeks reduced 72% purple nutsedge population; disking every three weeks reduced it 58%. In the control, where no disking was done, the population was reduced 14%, indicating that the lack of moisture and high temperature during the dry seasons kill purple nutsedge tubers.

Key words: Herbicide, lettuce, plow, tubers, weed.

INTRODUCCION

Existen unas 250,000 especies de plantas, de éstas unas 250 son consideradas malezas importantes. El coyolillo (*Cyperus rotundus*) es considerada la peor maleza en el mundo, se encuentra en más países, regiones y localidades que cualquier otra maleza, era reportada en 1977 como maleza en 52 cultivos en 92 países (Holm *et al.*, 1977).

El coyolillo es nativo de los trópicos, pero se ha diseminado hacia áreas subtropicales. Crece desde aproximadamente 30° latitud Norte a 35° latitud Sur y está limitado en estas regiones por bajas temperaturas. Puede crecer en casi cualquier tipo de suelo, humedad relativa y nivel de materia orgánica conocido en agricultura (Doll, 1986).

Es una maleza perenne con un sistema extenso de rizomas y tubérculos de los cuales emerge un tallo erecto

[1] Proyecto especial presentado como requisito parcial de Jorge Eslaquit y Marco Portillo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura.

[2] Estudiante del Programa de Ingeniero Agrónomo.

[3] Profesor Zamorano.

[4] Candidato a Ph.D. en entomología en la Universidad de Purdue.

de aproximadamente 30 cm de altura. Las hojas son verdes oscuro, el tallo es triangular y la inflorescencia es café púrpura. Aunque esta maleza puede producir semillas viables, la principal fuente de infestación son los tubérculos (Doll, 1994).

Es una especie altamente evolucionada que prospera en sistemas agrícolas intensivos, desarrolla una gran habilidad competitiva y posee una alta capacidad para persistir bajo diferentes sistemas de manejo. Es más problemática y de mayor importancia económica en zonas subtropicales y tropicales secas que tienen una canícula prolongada y errática. En el trópico estas zonas están situadas entre 0 y 1000 m.s.n.m., con precipitación de 600 a 1800 mm anuales y temperatura media anual entre 23 y 27 °C.

El coyolillo incrementa sus poblaciones cuando existe un laboreo intenso del suelo, como en cultivos de hortalizas. Esto se debe a que la maquinaria usada rompe la dominancia apical al cortar las cadenas de tubérculos y cada tubérculo origina una nueva planta. Además cuando los tubérculos son cortados, cada pedazo da origen a una nueva planta, ya que en cada tubérculo hay de 7 a 10 yemas (Holm *et al.*, 1977)

Glifosato es usado en postemergencia para el control del coyolillo, pero no se puede aplicar cuando los cultivos ya están establecidos porque no es selectivo. Puede aplicarse antes de establecer un cultivo ya que no deja residuos tóxicos en el suelo que puedan afectar al cultivo establecido.

Vargas *et al.* (1990) realizaron estudios en Nicaragua en los que evaluaron la labranza en seco para el control de coyolillo, y analizaron el grado de pulverización del suelo sobre el número de brotes. Ellos encontraron que no hubo diferencia entre el tratamiento menos pulverizado y el más pulverizado. Al analizar el período mínimo para bajar la población de coyolillo, encontraron que dos a tres días de exposición al sol fueron suficientes para reducir la densidad al 50% y después de 10 días hubo una reducción de 90%.

Los objetivos de la investigación fueron: a) evaluar la efectividad en el control del coyolillo de aplicaciones de glifosato 1, 4 ó 7 días antes del trasplante de lechuga, b) determinar cuál de estas aplicaciones causaba menos fitotoxicidad y mayores rendimientos en lechuga, c) evaluar la efectividad del uso de la rastra en época seca para el control del coyolillo.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio para evaluar el efecto del glifosato sobre el control del coyolillo y el cultivo de lechuga en tres fechas de aplicación y un estudio para evaluar el uso de rastra en época seca para el control del coyolillo.

Los estudios fueron realizados en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, entre mayo y agosto de 1999. El Zamorano está ubicado en el Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 800 msnm, latitud de 14° norte, longitud de 81° oeste, tiene temperatura promedio de 23° C y precipitación media anual de 1,100 mm.

Se seleccionó el lote #40 de la Unidad de Producción Hortícola, para la evaluación del glifosato, la selección del terreno fue en forma visual y por la alta población de malezas presentes. Las malezas más abundantes eran *Cyperus rotundus* y *Portulaca oleracea*. Para la evaluación de la rastra el lote seleccionado fue el #37.

Evaluación de la efectividad del control de coyolillo con glifosato

El terreno se aró, se rastró y se hicieron las camas; éstas se dejaron intactas por 2-3 semanas para que germinara el coyolillo y después se aplicó el glifosato. Los tratamientos fueron la aplicación del glifosato 1, 4 ó 7 días antes del transplante de lechuga. Se utilizó una bomba de mochila de acero inoxidable de 12 L presurizada con CO_2, un aguilón con cuatro boquillas Teejet 8003VS, presión de 40 psi y 250 L de agua/ha. La dosis de glifosato fue 2.88 kg de ia/ha para todos los tratamiento, esta dosificación está recomendada en la etiqueta y es equivalente a 6 L del producto comercial. Todas las aplicaciones fueron realizadas de 7:00 a 9:00 AM. La parcela tenía 10.8 m de ancho por 32 m de largo (345.6 m^2). Cada unidad experimental tenía cuatro camas de 0.90 m por 8 m de largo (28.8 m^2). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro bloques y tres tratamientos.

En un metro cuadrado de las dos camas centrales se contó la población inicial del coyolillo un día antes de cada aplicación y 25 días después del transplante de la lechuga se contó la población final. El transplante se hizo sin remover el suelo, en las camas que se habían hecho 2-3 semanas antes. Se determinó el porcentaje de plantas de lechuga que mostraban síntomas de fitotoxicidad, que es caracterizado por un amarillamiento de las hojas más

viejas. Los datos poblaciones iniciales, poblaciones finales, rendimiento, plantas con fitotoxicidad en cada parcela fueron transformados y expresado en hectárea.

Evaluación del uso de la rastra o grada en época seca

Se utilizaron tres tratamientos, dos consistían en pases de rastra o grada cada dos ó tres semanas y el tercero era el testigo en el que no se usó la rastra (Cuadro 1). Después de cuatro pases de rastra en cada tratamiento se preparó el terreno para realizar el transplante de pepino. En cada fecha se pasó la rastra dos veces sobre la unidad experimental; a lo largo de la duración del estudio se realizaron cuatro pases de rastra en cada tratamiento.

Se hizo un conteo inicial del coyolillo 5 días antes del primer pase de rastra, y un conteo final a los 15 días después del trasplante. Se usó un marco de madera de 1 m^2, tomando cinco muestras por unidad experimental. El trasplante del pepino (Poinsett 76) se realizó a los 86 días después del último pase de rastra, se sembró a 0.20 m entre plantas y 1.5 m entre surco (33,333 plantas/ha).

En noviembre de 1999, se tomaron muestras a 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 y 20-25 cm de profundidad para determinar la distribución de los tubérculos de coyolillo en el perfil del suelo. Se determinaron estas distancias para poder tener una estratificación y porque la profundidad promedio del arado o grada está entre los 25 cm de profundidad como máximo.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y las unidades experimentales fueron de 3.75 m de ancho y 42 m de largo. Para la separación de medias se utilizó la prueba Duncan.

Cuadro 1. Tratamientos mecánicos para control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) de abril a junio de 1999, El Zamorano, Honduras.

Tratamientos		Fechas del pase de rastra			
Equipo	Frecuencia				
Pase de rastra	Cada dos semanas	07/abril	21/abril	05/mayo	19/mayo
Pase de rastra	Cada tres semanas	07/abril	28/abril	19/mayo	09/junio
Testigo	Sin pase	Sin pase de rastra			

RESULTADO Y DISCUSION

Evaluación de la efectividad del control de coyolillo con glifosato

La disminución en población de coyolillo con las aplicaciones de 1, 4 ó 7 días antes del transplante fueron 62, 75 y 77%, respectivamente (Cuadro 2). Sin embargo, estas diferencia no fueron estadísticamente significativas (P=0.0630).

A pesar de no haber diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, sí hubo disminución de la densidad poblacional del coyolillo. Es problable que esto se haya debido a que el glifosato se aplicó a 1, 4, ó 7 días antes del trasplante, debido a esto los tratamientos *tenían 26, 29 y 32 días, respectivamente*, el día que se hizo el conteo. El Manual Técnico de Monsanto (s.f.), indica que la necrosis o muerte total de la parte aérea y subterránea de las malezas ocurre 15 a 30 días después de la aplicación, por lo que podemos asumir que en la aplicación del glifosato un día antes del transplante se pudo haber tomado como plantas sanas coyolillos que aún no presentaban síntomas de fitotoxicidad o que estaban por morir. Pero en la aplicación del glifosato 7 días antes del trasplante, el conteo de coyolillo se hizo 32 días después de haberse aplicado el glifosato, por lo que es probable que todas o la mayoría de las plantas a esa fecha hubieran sido controladas.

Cuadro 2. Efecto del uso de glifosato en la poblaciones del coyolillo (*Cyperus rotundus*), El Zamorano, Honduras, 1999.

Aplicación Días antes del Transplante	Población (plantas/m^2) Inicial	Final	Disminución de población (%)
1	398	153	62
4	395	100	75
7	388	89	77

Las aplicaciones 1, 4 ó 7 días antes del transplante presentaron una fitotoxicidad de 17, 12 y 10%, respectivamente. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (P=0.0512). La mayor fitotoxicidad ocurrió al aplicar glifosato 1 día antes del transplante, lo que nos indica que a pesar de ser el glifosato uno de los herbicidas de más rápida absorción, este puede haber permanecido en el follaje de las malezas, afectando las plantas de lechuga al momento del transplante. Existe una relación de disminución en el porcentaje de fitotoxicidad a medida que el tiempo entre la aplicación

del glifosato y el transplante es mayor . La producción de lechuga se vio afectada por el daño fitotóxico, los rendimientos más bajos fueron en las aplicaciones que hubo más fitotoxicidad (Cuadro 3). Nuestros datos indican que no es recomendable transplantar lechuga en lotes que tienen menos de 7 días de haber sido aplicados con glifosato.

En todos los tratamientos solamente fue necesario hacer una deshierba con azadón a los 28 días después del transplante. Esto disminuyó los costos del control manual ya que generalmente es necesario hacer tres o cuatro deshierbas en el cultivo de lechuga.

En lotes altamente infestados con coyolillo es posible usar el glifosato, a pesar de no ser un herbicida selectivo para ningún cultivo (excepto cultivos transgénicos). Es posible preparar el terreno, formar las camas y dejar que brote el coyolillo, después aplicar glifosato y hacer el transplante varios días después, cuando el glifosato no cause fitotoxicida al cultivo. Esto tiene la ventaja que no se remueve el suelo y no se promueve una nueva generación de malezas, además las malezas muertas quedan sobre el suelo y sirven como cobertura que reduce la penetración de la luz que rompe la latencia de muchas semillas de malezas.

Cuadro 3. Plantas de lechuga con síntomas de fitotoxicidad por glifosato y rendimiento de la lechuga, El Zamorano, Honduras,1999.

Aplicación días antes del transplante	Plantas/ha		Fitotoxicidad %	Rendimiento (kg/ha)
	Inicial	Con fitotoxicidad		
1	71,130	12,163 a[†]	17	2,421 c
4	70,833	8,160 b	12	8,350 b
7	71,528	6,771 b	10	12,275 a

† Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales (P<0.05).

Evaluación de la efectividad de la rastra o grada en época seca para el control del coyolillo

El uso de la rastra cada dos semanas no tuvo diferencias estadísticas con el uso de la rastra cada tres semanas; sin embargo, estos dos tratamientos sí tienen diferencias estadísticas con el testigo (F=0.0079; alpha=0.10) (Cuadro 4).

El pase de rastra cada dos semanas redujo 72% la población de coyolillo (Cuadro 4), aproximadamente tres de cada cuatro plantas que existían al momento de realizar el conteo inicial fueron eliminadas al remover el suelo cuatro veces en intervalos de dos semanas en época seca.

El uso de la rastra cada tres semanas (58%) no presentó diferencias estadísticas significativas con la aplicación cada dos semanas (72%), sin embargo, el porcentaje de reducción de la población inicial de coyolillo fue mayor en el tratamiento cada dos semanas (Cuadro 4). El uso de la rastra cada dos semanas causa mayor movimiento de los tubérculos hacia la superficie del suelo donde la luz solar y las altas temperaturas causan la deshidratación de los tubérculos, por lo tanto la disminución de la población al arar cada dos semanas fue mayor.

Los resultados encontrados en este estudio son similares a los de Vargas *et al.*, (1990), éstos encontraron que dos a tres días de exposición al sol redujo la población de coyolillo en 50%, al exponerlos al sol por 10 o más días la reducción de la población aumentó a 90%.

Cuadro 4. Efecto del uso de rastra en la población de *Cyperus rotundus*, El Zamorano, Honduras, 1999.

Tratamiento	Plantas/m^2		Disminución de población (%)
	Inicial	Final	
Rastra cada dos semanas	357	100 b[†]	72
Rastra cada tres semanas	376	157 b	58
Testigo (sin rastrear)	374	321 a	14

† Medias en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales (P<0.10).

Coyolillo presenta dominancia apical en dos formas: la yema apical de un tubérculo siempre brota primero y el tubérculo de más arriba o el más joven en una cadena presenta dominancia apical sobre los otros tubérculos, esta dominacia apical es más marcada aún dentro de un tubérculo (Holm *et al.*, 1977). Si se corta un tubérculo horizontalmente, la yema más cercana a la superficie del corte sobre la mitad del tubérculo brota primero (Doll, 1986). La acción de la rastra provoca también un rompimiento de la dominancia apical de la cadena y del tubérculo individual, al no haber condiciones apropiadas de humedad para que estas yemas broten, los tubérculos quedan en la superficie del suelo y mueren por deshidratación.

En la distribución de los tubérculos en el perfil del suelo, 80 a 90 % se encuentran en los primeros 15 cm del suelo. Un número muy reducido se encuentra bajo los 30 cm. El movimiento del suelo con el arado mueve algunos tubérculos a la superficie del suelo, lo que en época seca permite que estos mueran por deshidratación. Si esto se hace varias veces en el verano, se reducirán las poblaciones del coyolillo.

Después de haberse tomado muestras de suelo sometidos a sistemas de labranza convencional obtuvimos resultados similares a los de Doll (1986), encontrando un 75% de tubérculos de coyolillo en los primeros 15 cm del suelo (Cuadro 5). Resultados similares fueron encontrados por Godoy *et al.,* (1995), después de tomar muestras de suelo por tres años consecutivos en lotes bajo labranza convencional y labranza cero encontraron que coyolillo es más abundante en labranza convencional que labranza cero. Al hacer una estratificación del suelo encontró que 86% de los tubérculos se encontraban en los primeros 15 cm de suelo.

En nuestro estudio encontramos que 35% de los tubérculos se encuentran en los primeros 5 cm del suelo (Cuadro 5). El testigo, a pesar de no haberse removido el suelo, presentó una reducción de 14% en la densidad poblacional, probablemete se debió a muerte de los tubérculos que se encontraban cerca de la superficie del suelo, los que no soportaron la falta de agua durante la época seca. Esto también indica que los tubérculos que mueren en la época seca debido a la deshidratación están a menos de 5 cm de profundidad.

El laboreo intensivo del suelo va a causar erosión eólica del suelo, especialmente en los lugares donde el viento es más fuerte. Por lo tanto, se deben determinar las ventajas y desventajas del uso de la rastra en época seca para el manejo del coyolillo.

Cuadro 5. Tubérculos de coyolillo (*Cyperus rotundus*) encontrados en 1 m^2 de suelo a cinco profundidades, El Zamorano, Honduras, 1999.

Profundidad (cm)	Cantidad	Porcentaje
0-5	152	35
5-10	114	26
10-15	60	14
15-20	86	20
20-25	24	5

CONCLUSIONES

La aplicación de glifosato7 días antes del transplante tuvo mayor control sobre *C. rotundus*, y causó leve fitotoxicidad en plántulas de lech'uga. La aplicación 1 día antes del transplante, presentó mayor fitotoxicidad, aunque el efecto de control es similar a la aplicación de 7 días antes del trasplante.

El uso de la rastra cuatro veces en intervalos de dos semanas redujo 72% la población del coyolillo y cada tres semanas la redujo 58%; ambos fueron estadísticamente similares. En el testigo sin pase de rastra se observó también una disminución de 14% en la población de coyolillo, lo que nos indica que en la época seca se produce una mortalidad de los tubérculos debido a la falta de agua y alta temperatura causada por la alta radiación solar en la época seca.

LITERATURA CITADA

De la Cruz, R y A. Merayo. 1990. Manejo de *Cyperus rotundus* L. en algunas áreas agrícolas tropicales. Revista MIP 16: 41-48.

Doll, J.D. 1986. *Cyperus rotundus* L. Ecología, biología, fisiología, morfología e importancia. *In* Ecología y control de malezas perennes en América Latina. p. 74-83.

Doll J.D. 1994. *Cyperus rotundus. In* R. Labrada, J.C. Caseley, C. Parker (ed). Weed management for developing countries. p. 50-57.

Godoy, G.; Vega, J. y A. Pitty. 1995. El tipo de labranza afecta la flora y la distribución vertical del banco de semillas de malezas. Ceiba 36(2):217-229

Holm, L.; Plucknett, D.; Pancho, J.; y J Herberger 1977. The World´s Worst Weed. Distribution and Biology. p 3-25.

Monsanto. s.f. Manual Técnico. s.n.t. 16 p.

Pitty, A. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano Academic Press, Honduras. 300 p.

Vargas, M.; Sarria, M.; Staver, C.; Dinarte, S.; Aker CH.; Soto, E. 1990. Labranza en seco para el control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) en el occidente de Nicaragua: el efecto de método de labranza y tiempo de exposición. *In* 4to Congreso Nacional MIP. 3er Congreso Internacional. Nicaragua, C.A.